

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-144362

(43)Date of publication of application : 25.05.2001

---

(51)Int.Cl. H01S 5/022

---

(21)Application number : 11-324584 (71)Applicant : SIGMA KOKI KK

(22)Date of filing : 15.11.1999 (72)Inventor : OSADA HIDENORI

---

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a semiconductor laser device, where when the laser radiations from its semiconductor laser element having an astigmatic difference are focused spot-wise in illuminated planes by using its collimator lens and its condenser lens, the laser radiations can be focused in the identical image plane with their minimum beam-diameters in both vertical/horizontal directions, which are respectively vertical/parallel to the junction plane of its semiconductor laser element. SOLUTION: A semiconductor laser apparatus is so configured that the fine adjustment of a space L1 ( $L1=L0+Lc$ ,  $L0$ : a reference space,  $Lc$ : an increment) between its semiconductor laser element 1 and its collimator 2 can be set. By the setting of the fine adjustment, there are generated in an identical image plane minimum-beam diameter positions  $P_y$ ,  $P_x$  in both the vertical/horizontal directions of the laser radiations of the laser element 1, which are respectively vertical/parallel to the junction plane of the laser element 1.

---

LEGAL STATUS [Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Semiconductor laser equipment characterized by having the semiconductor laser component which emits the laser beam from which a beam waist location differs in a horizontal direction parallel to the plane of composition of a semi-conductor, and a direction perpendicular to this, the condensing optical system which carries out spot condensing of the radiation laser beam from the above-mentioned laser component at an irradiated plane using a collimator lens and a condenser lens, and the adjustment device which carries out a fine control setup of the spacing of the above-mentioned laser component and the above-mentioned collimator lens.

[Claim 2] Semiconductor laser equipment according to claim 1 characterized by connecting between collimator lenses with a semiconductor laser component by the member in which die-length fine tuning in the direction of an optical axis is possible.

[Claim 3] the member which defines spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens — predetermined constant temperature — the semiconductor laser equipment according to claim 1 or 2 characterized by having the temperature-compensation means put on the bottom of a condition.

[Claim 4] The semiconductor laser component which emits the laser beam from which a beam waist location differs in a horizontal direction parallel to the plane of composition of a semi-conductor and a direction perpendicular to this is used. It is the manufacture approach of the semiconductor laser equipment which carries out spot condensing of the radiation laser beam from this semiconductor laser component at an irradiated plane using a collimator lens and a condenser lens. The 1st process which defines the condensing location where the condensing beam diameter in a horizontal direction serves as min, The manufacture approach of the semiconductor laser equipment characterized by performing the 2nd process which searches for the point that the condensing beam diameter in a perpendicular direction serves as min by tuning spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens finely after this 1st process.

[Claim 5] The manufacture approach of the semiconductor laser equipment according to claim 4 characterized by performing the 3rd process which fixes spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens after the 1st and 2nd processes.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates the high power laser beam emitted from a semiconductor laser component using a collimator lens and a condenser lens to the semiconductor laser equipment which carries out spot condensing at an irradiated plane, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, the record medium with which the sensible-heat layer which carries out thermal-expansion change irreversibly with heating was formed as a recording method of a Braille-points printer is used, thermal-expansion change of the above-mentioned sensible-heat layer is alternatively carried out by carrying out spot condensing and making a laser beam irradiate this record medium, and there is a method that this forms the irregularity of a Braille-points pattern. With the semiconductor laser equipment used for such an application, in order to raise the effectiveness and resolution of an exposure, there is

an object for \*\* which makes the smallest possible point extract and condense the biggest possible light energy.

[0003] For this reason, in the former, while using the semiconductor laser component of high power, the condensing optical system which makes punctiform carry out spot condensing of the radiation laser beam from that laser component using a collimator lens and a condenser lens was used.

[0004] Drawing 9 shows the outline configuration of conventional semiconductor laser equipment. The equipment shown in this drawing is constituted by the semiconductor laser component 1 of a high power mold, a collimator lens 2, the beam plastic surgery optical system 3, and the condenser lens 4.

[0005] After the radiation laser beam from the laser component 1 is made into a collimated beam by the collimator lens 2, spot condensing of it is carried out with a condenser lens 4 at punctiform. At this time, the beam plastic surgery optical system 3 performs amendment to which a beam cross-section configuration serves as a perfect circle, and amendment of the so-called astigmatism. He was trying to make spot condensing perform in the shape of [ which inclines in neither of the vertical/horizontal directions by this ] a perfect circle.

[0006] Beam plastic surgery optical system is constituted using a plane-parallel plate or a cylinder lens with big radius of curvature as indicated by JP,5-52071,B.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it was shown clearly by this invention person for there to be the following problems in the equipment mentioned above.

[0008] That is, the laser beam radiation from the semiconductor laser component 1 had the problem that the location \*\*\*\*\* beam way strike locations (Ey, Ex) where a laser beam beam serves as min differed, in the horizontal direction parallel to the plane of composition of a semi-conductor, and the direction perpendicular to this, as it divided and a continuous line (Ly) and a wavy line (Lx) showed to drawing 9 . That is, there was the astigmatic difference ( $Ex \neq Ey$ ) from which the laser light source location on appearance differs by the light beam Lx which spreads horizontally, and the light beam Ly which spreads in perpendicular parallel.

[0009] Although the vertical beam way strike location Ey can be regarded as the end face of a semi-conductor, the horizontal beam way strike is supposed that a location Ex is located in the place which entered inside for a while rather than the end face. Even if it carries out spot condensing of the beam light which has this astigmatic difference with a collimator lens 1 and a condenser lens 4 at an irradiated plane, as shown in drawing 10 , a perfect circle will not become but the condensing pattern in that irradiated plane (image surface) will diffuse it in the shape of an ellipse in the vertical/horizontal direction of either. That is, astigmatism will arise and an image will fade.

[0010] In order to amend this astigmatism, the beam plastic surgery optical system 3 which was mentioned above was made to intervene conventionally. However, since it is generated according to the astigmatic difference ( $E_x \neq E_y$ ) from which it sees in a perpendicular direction and a horizontal direction, and the upper laser light source location (beam way strike locations  $E_y$  and  $E_x$ ) differs as mentioned above, the astigmatism cannot fully be amended only by the conventional beam plastic surgery optical system 3 mentioned above.

[0011] In the conventional beam plastic surgery optical system 3, as were shown in drawing 9, and the image surface location  $L_x$  where the image surface location  $P_y$  where the vertical diameter of beam  $L_y$  serves as min, and the horizontal diameter of beam  $L_x$  serve as min was not able to be made in agreement but it was shown in drawing 10 for this reason, it was unavoidable that elephant dotage arises in vertical/horizontal either or both.

[0012] Drawing 10 shows the condition of the condensing pattern obtained with the equipment of drawing 9. In this drawing, as for the condensing pattern in the image surface location A where the vertical diameter of beam  $L_y$  serves as min, and (b), the horizontal diameter of beam  $L_x$  shows the condensing pattern in the mid-position C of the two above-mentioned image surface locations A and B for (a), respectively, as for the condensing pattern in the image surface location B used as min, and (c).

[0013] As shown in this drawing, when the image surface location A is set that the vertical diameter of beam  $L_y$  serves as min, the horizontal beam  $L_x$  will be spread in the image surface location A, and as shown in (a), ellipse-like aberration will appear in a condensing pattern. Moreover, when the image surface location B is set that the horizontal diameter of beam  $L_x$  serves as min, the vertical beam  $L_y$  will be spread shortly in that image surface location B, and as shown in (b), in a condensing pattern, ellipse-like aberration will appear also in this case. Since neither both the vertical/horizontal beams  $L_y$  nor the diameter of  $L_x$  serves as min when it is going to obtain a condensing perfect circle-like pattern in the mid-position C of both the image surface locations A and B, as shown in (c), Beams  $L_y$  and  $L_x$  will not fully be narrowed down but this will also become the so-called image dotage.

[0014] Thus, it was shown clearly by this invention person for there to be a problem that the astigmatism which cannot be amended only by the conventional beam plastic surgery optical system produces the radiation laser beam from a semiconductor laser component according to the astigmatic difference peculiar to the semiconductor laser component that the beam way strike location of the radiation laser beam from the laser component is horizontal [ perpendicular/horizontal ] to punctiform, and different from an irradiated plane at it with the semiconductor laser equipment which carries out spot condensing.

[0015] This invention is made in view of the above technical problems, and it aims at offering the semiconductor laser equipment which enabled it to make the same image

surface condense vertical/horizontal both directions with the minimum beam diameter as an easy configuration and adjustment actuation are also about the radiation laser beam from a semiconductor laser component which has the astigmatic difference, and its manufacture approach.

[0016]

[Means for Solving the Problem] The 1st means of this invention is semiconductor laser equipment characterized by having the semiconductor laser component which emits the laser beam from which a beam waist location differs in a horizontal direction parallel to the plane of composition of a semi-conductor, and a direction perpendicular to this, the condensing optical system which carries out spot condensing of the radiation laser beam from the above-mentioned laser component at an irradiated plane using a collimator lens and a condenser lens, and the adjustment device which carries out a fine control setup of the spacing of the above-mentioned laser component and the above-mentioned collimator lens.

[0017] The 2nd means is semiconductor laser equipment characterized by connecting between collimator lenses with a semiconductor laser component by the member in which die-length fine tuning in the direction of an optical axis is possible in the 1st means. the member as which the 3rd invention determines spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens in the 1st or 2nd means -- predetermined constant temperature -- it is semiconductor laser equipment characterized by having the temperature-compensation means put on the bottom of a condition.

[0018] The semiconductor laser component which emits the laser beam from which a beam waist location differs in a horizontal direction parallel to the plane of composition of a semi-conductor and a direction perpendicular to this is used for the 4th means. It is the manufacture approach of the semiconductor laser equipment which carries out spot condensing of the radiation laser beam from this semiconductor laser component at an irradiated plane using a collimator lens and a condenser lens. The 1st process which defines the condensing location where the condensing beam diameter in a horizontal direction serves as min, It is the manufacture approach of the semiconductor laser equipment characterized by performing the 2nd process which searches for the point that the condensing beam diameter in a perpendicular direction serves as min by tuning spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens finely after this 1st process. The 5th means is the manufacture approach of the semiconductor laser equipment characterized by performing the 3rd process which fixes spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens after the 1st and 2nd processes in the 4th means.

[0019] According to the means mentioned above, the minimum beam diameter location in a perpendicular direction can be doubled with the minimum beam diameter location in a horizontal direction by carrying out a fine control setup of the spacing of

a semiconductor laser component and a collimator lens. The purpose of making the same image surface condense vertical/horizontal both directions with the minimum beam diameter as an easy configuration and adjustment actuation are also by this about the radiation laser beam from a semiconductor laser component which has the astigmatic difference is attained.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the suitable operation gestalt of this invention is explained, referring to a drawing. In addition, the same sign is taken as the same or the thing which shows a considerable part between each drawing.

[0021] Drawing 1 shows 1 operation gestalt of the semiconductor laser equipment by this invention. As for the semiconductor laser equipment 10 shown in this drawing, the semiconductor laser component 1, a collimator lens 2, the beam plastic surgery optical system 3, and a condenser lens 4 are first arranged together with the optical-axis Z direction.

[0022] The semiconductor laser component (LD) 1 is a high power type, and good metal LD maintenance plate 11 is equipped with thermal conductivity (mounting). This maintenance plate 11 is being fixed to the metal plate 13 through Peltier device 12 for cooling. Although this metal plate 13 makes the structural member of equipment, it serves also as the heat sink to which stripping of the heat dissipation of Peltier device 12 is absorbed and carried out.

[0023] the constant temperature which keeps constant the environmental temperature of the laser component 1 of operation by combining with a feedback control means by which the temperature (for example, temperature of LD maintenance plate 11) of the place near the semiconductor laser component 1 turns into predetermined temperature although Peltier device 12 omits illustration -- a system can also be constituted.

[0024] A collimator lens 2 is a convex lens and collimated-beam-izes the radiation laser beam (Ly, Lx) from the laser component 1. This collimator lens 2 is held at the metal lens holder 21 with good thermal conductivity, and this lens holder 21 is connected with the above-mentioned LD maintenance plate 11 through the fine control Seiji implement 22.

[0025] By this fine control Seiji implement 22, the laser component 1 and the collimator lens 2 are connected mechanically, maintaining the predetermined distance spacing L1. The fine control Seiji implement 22 forms a screw delivery device with a screw with a fine pitch, and makes the adjustment device which carries out an adjustable setup of the spacing L1 of the laser component 1 and a collimator lens 2 in the precision of mum unit (0-40 micrometers). Although placed between these fine control Seiji implements 22 by the error by thermal expansion, it can make it reduce this error more to control the temperature rise of the laser component 1 by Peltier device 12.

[0026] Although the beam plastic surgery optical system 3 omits illustration, it is constituted using a plane-parallel plate, a cylinder lens or an anamorphic prism, etc., and amends the astigmatism of the laser beam (Ly, Lx) collimated-beam-ized by the collimator lens 2 auxiliary.

[0027] A condenser lens 4 is a convex lens and carries out spot condensing of the collimated-beam-ized laser beam at punctiform. Fp is an image surface location (irradiated plane location) which receives the laser beam by which spot condensing was carried out. This image surface location Fp is chosen so that a beam diameter may serve as min in the location Fp concerned.

[0028] However, with the semiconductor laser equipment 10 mentioned above, a horizontal direction parallel to the plane of composition of a semi-conductor and a direction perpendicular to this change in the light source location on appearance (beam way strike location) with astigmatic difference of the semiconductor laser component 1. For this reason, even if it moves the image surface location Fp to an optical-axis Z direction, as mentioned above, the location where the vertical diameter of beam Ly serves as min, and the location where the horizontal diameter of beam Lx serves as min cannot be made not necessarily in agreement, but astigmatism produces them by that inequality. The astigmatism by this astigmatic difference cannot be amended only by the beam plastic surgery optical system 3, as mentioned above.

[0029] Here, in the semiconductor laser equipment mentioned above, this invention person did learning of the focal location where the vertical diameter of beam Ly serves as min, and the focal location where the horizontal diameter of beam Lx serves as min carrying out mutually different behavior, when changing the spacing L1 of the laser component 1 and a collimator lens 2 per mum.

[0030] That is, although the focal location where the vertical diameter of beam Ly serves as min changed a lot per Miri (mm) when the spacing L1 of the laser component 1 and a collimator lens 2 was changed gradually and performed like 0 or 10 micrometers, 20 micrometers, 30 micrometers, and 40 micrometers, as shown in drawing 2, learning of there being no focal location where the horizontal beam diameter Lx serves as min \*\*\*\* about change which was so much noticeable was carried out.

[0031] Furthermore, this invention person did learning of saying [ that the horizontal diameter of beam Lx can bring the focal location where the diameter of beam Ly of the perpendicular direction serves as min by changing the focal location where the vertical diameter of beam Ly serves as min even to the focal location used as min by changing the spacing L1 of the laser component 1 and a collimator lens 2 per mum ].

[0032] Drawing 2 is a graph which shows the change condition of the minimum beam diameter location according to a vertical/horizontal direction, an axis of abscissa shows the measuring point (unit mm) of a beam diameter, and an axis of ordinate



shows a beam diameter (micrometer), respectively. In this drawing, the change condition of a beam diameter over a measuring point Defining the spacing  $L1$  of the semiconductor laser component 1 and a collimator lens 2 like the increment  $Lc$  (unit  $\mu m$ ) over the criteria spacing  $Lo$  ( $L1=Lo+Lc$ ), and changing the increment  $Lc$  gradually with 0, 10, 20, 30, and 40 The change condition of a beam diameter over a beam diameter measuring point was investigated, respectively for each increment  $Lc$  of every ( $= 0, 10, 20, 30, 40$ ).

[0033] Consequently, although the minimum beam diameter location in a perpendicular direction changes with change of Above  $Lc$  a lot per  $Miri$  (mm) as shown in this drawing, the minimum beam diameter location in a horizontal direction hardly changes to change of Above  $Lc$ . Thereby, it becomes possible by carrying out an adjustable setup of the above  $Lc$  to bring the minimum beam diameter location in a perpendicular direction even to the minimum beam diameter location in a horizontal direction.

[0034] In the example shown in drawing 2 , when it sets up with  $Lc=20\mu m$ , the minimum beam diameter location in a perpendicular direction comes to lap with the minimum beam diameter location in a horizontal direction. In this lap point C, a beam diameter serves as min in both of the vertical/horizontal directions.

[0035] Drawing 3 shows a condensing pattern when the minimum beam diameter location in vertical/horizontal both directions is in agreement. In this drawing, (c) shows the condensing pattern in the location A where a beam diameter serves as min in vertical/horizontal both directions. Moreover, (a) and (b) show the condensing pattern in the back location A and the front location B, respectively. As shown in this drawing, after having been amended by the perfect circle configuration which inclines toward vertical/horizontal neither, spot condensing of the condensing pattern is carried out.

[0036] As this invention was made paying attention to the above learning and shown in drawing 1 The radiation laser beam from the semiconductor laser component 1 is faced making an irradiated plane carry out spot condensing using a collimator lens 2 and a condenser lens 4. By having the adjustment device which carries out a fine control setup of the spacing  $L1$  ( $L1=Lo+Lc$ ) of the above-mentioned laser component 1 and the above-mentioned collimator lens 2 It makes it possible to make mutually in agreement the focal location where the vertical diameter of beam  $Ly$  serves as min, and the focal location where the horizontal diameter of beam  $Lx$  serves as min.

[0037] The semiconductor laser equipment it was made to make the same image surface condense vertical/horizontal both directions with the minimum beam diameter as an easy configuration and adjustment actuation are also by this about the radiation laser beam from a semiconductor laser component which has the astigmatic difference can be obtained.

[0038] Next, the manufacture approach of the semiconductor laser equipment by this invention is explained. As mentioned above, the semiconductor laser component

which emits the laser beam from which a beam waist location differs in a horizontal direction parallel to the plane of composition of a semi-conductor and a direction perpendicular to this is used for the semiconductor laser equipment by this invention. Although it has the configuration which carries out spot condensing of the radiation laser beam from this semiconductor laser component at an irradiated plane using a collimator lens and a condenser lens This equipment can be used as the semiconductor laser equipment which can make the same image surface condense vertical/horizontal both directions with the minimum beam diameter as an easy configuration and adjustment actuation are also about the radiation laser beam from a semiconductor laser component which has the astigmatic difference by passing through the following processes.

[0039] Drawing 4 shows the main process scenes of the semiconductor laser equipment manufacture approach by this invention. first, it is shown in (a) of this drawing -- as -- the condensing beam diameter in a horizontal direction -- min -- the 1st process which defines a location  $P_x$  is performed. This process changes the spacing  $L_2$  of a condenser lens 4 and the beam diameter measuring device 7, and is performed. specifically moving the measuring plane of a measuring device 7 to an optical-axis Z direction -- the condensing beam diameter in a horizontal direction -- min -- a location  $P_x$  can be defined.

[0040] As shown in (b) of this drawing after this 1st process, as the 2nd process, the minimum beam diameter location  $P_y$  in a perpendicular direction is moved, and it is made in agreement with the minimum beam diameter location  $P_x$  in a horizontal direction by tuning the spacing  $L_1 (=L_o+L_c)$  of the laser component 1 and a collimator lens 2 finely. Thereby, the minimum beam diameter locations  $P_y$  and  $P_x$  in vertical/horizontal both directions can be brought to the same image surface.

[0041] Then, if it requires, the 3rd process which fixes spacing of the laser component 1 and a collimator lens 2 by adhesives, spot welding, etc. will be performed. Thereby, spacing of a laser component and a collimator lens can be fixed to an optimum-coordination condition, and the condition can be made to hold everlastingly. This 3rd process can be easily performed using adhesives etc.

[0042] In case a user (OEM supply place) includes in application devices, such as a Braille-points printer, for example, you may make it make spacing of the laser component 1 and a collimator lens 2 tune finely as other means as mentioned above, although it can be made to optimize by fine tuning in a manufacture phase. Moreover, you may be a gestalt as shows between the laser component 1 and a collimator lens 2 to drawing 5 or drawing 6 as a structure gestalt connected with the fine control Seiji implement 22, for example.

[0043] Drawing 5 shows another operation gestalt in the important section of the semiconductor laser equipment by this invention. This drawing is what showed the connection configuration of the semiconductor laser component 1 and a collimator

lens 2, and if the difference of what was shown in drawing 1 is explained, the metal lens holder 21 holding a collimator lens 2 is connected with the metal plate 13 side by the fine control Seiji implement 22.

[0044] Spacing of a metal plate 13 and a lens holder 21 can be carried out with this fine control Seiji implement 22, and an adjustable setup of the spacing of the laser component 1 and a collimator 21 can be carried out per mum (0-40 micrometers) by fine-tuning \*\*\*\*\*.

[0045] Drawing 6 shows another operation gestalt to the pan in the important section of the semiconductor laser equipment by this invention. With the semiconductor laser equipment 10 shown in this drawing, while attaching a lens holder 21 in susceptor 5 with support 23, it is made to carry out an adjustable setup of the spacing of the support 23 and metal plate 13 with the fine control Seiji implement 22.

[0046] As mentioned above, while the above-mentioned fine control fixture 22 can carry out a fine control setup of the spacing of the laser component 1 and a collimator lens 2 in the precision of mum unit, to be able to hold the once defined established state to stability, without being influenced by many years past, the temperature change, etc. is desired. for this reason -- being alike -- it is shown in the quality of the material of the above-mentioned fine control Seiji implement 22 below, using an alloy with a small coefficient of thermal expansion (for example, Constan and a permalloy) -- as -- that fine control Seiji implement 22 -- predetermined constant temperature -- the temperature-compensation means for putting on the bottom of a condition is used.

[0047] Drawing 7 shows the operation gestalt of semiconductor laser equipment equipped with the temperature-compensation means. The semiconductor laser equipment shown in this drawing has the temperature-compensation circuit 6 which consists of a temperature sensor 61, the temperature detector 62, a feedback control circuit 63, a temperature setting means 64, etc.

[0048] In this case, the temperature sensor 61 is attached in LD maintenance plate 61, and detects the ambient temperature of the semiconductor laser component 1. The temperature detector 62 outputs the electrical signal of the level corresponding to the detection temperature of the above-mentioned temperature sensor 61. The feedback control circuit 63 carries out feedback control (negative feedback control) of the drive current of the above-mentioned laser component 1 and/or Peltier device 12 so that the electrical signal level corresponding to temperature may turn into predetermined setting level given from the temperature setting means 64.

[0049] Thereby, feedback control of the ambient temperature of the above-mentioned laser component 1 is carried out to the predetermined temperature corresponding to the above-mentioned setting level. By this control, the temperature in the fine control Seiji implement 22 can also be stabilized by constant temperature, and the spacing established state of the laser component 1 and a collimator lens 2 can be held now to

stability.

[0050] Drawing 8 shows another operation gestalt of semiconductor laser equipment equipped with the temperature-compensation means. The semiconductor laser equipment shown in this drawing is formed so that the temperature compensation circuit 6 mentioned above may carry out direct feedback control of the temperature of the fine control Seiji implement 22. That is, a temperature sensor 61 is attached so that the temperature of the fine control Seiji implement 22 may be detected directly, and it carries out feedback control of the amount of energization to the heater 24 which warms the fine control Seiji implement 22 so that this detection temperature may turn into temperature set up with the setting means 64.

[0051] constant temperature by this with the still more positive fine control Seiji implement 22 — it comes to be put on the bottom of a condition. Therefore, the spacing established state of the laser component 1 and a collimator lens 2 can be made to hold to still highly precise and stability. In addition, the temperature-compensation circuit 6 shown in drawing 7 and the temperature-compensation circuit 6 which drawing 8 showed may be formed in the form where both are made to use together.

[0052] With the semiconductor laser equipment shown in drawing 8, it can consider as the means which carries out a fine control setup of the die length of the fine control Seiji implement 22, and the above-mentioned temperature-compensation circuit 6 can also be used. That is, an adjustable setup of the temperature of the above-mentioned fine control Seiji implement 22 is carried out by carrying out adjustable actuation of the laying temperature of the above-mentioned setting means 64. Then, according to the laying temperature, thermal expansion of the fine control Seiji implement 22 is carried out. By die-length change by this thermal expansion, a fine control setup of the spacing of the laser component 1 and a collimator lens 2 can be carried out in the precision of mum unit.

[0053] As having explained above, invention of the 1st of this invention is semiconductor-laser equipment characterized by to have the semiconductor-laser component which emits the laser beam from which a beam-waist location differs in a horizontal direction parallel to the plane of composition of a semi-conductor, and a direction perpendicular to this, the condensing optical system which carries out spot condensing of the radiation laser beam from the above-mentioned laser component at an irradiated plane using a collimator lens and a condenser lens, and the adjustment device which carries out a fine-control setup of the spacing of the above-mentioned laser component and the above-mentioned collimator lens. The same image surface can be made to condense vertical/horizontal both directions with the minimum beam diameter as an easy configuration and adjustment actuation are also by this about the radiation laser beam from a semiconductor laser component which has the astigmatic difference.

[0054] The 2nd invention is semiconductor laser equipment characterized by connecting between collimator lenses with a semiconductor laser component by the member in which die-length fine tuning in the direction of an optical axis is possible in the 1st invention. Thereby, the adjustment device which carries out a fine control setup of the spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens can be constituted.

[0055] the member as which the 3rd invention determines spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens in the 1st or 2nd invention -- predetermined constant temperature -- it is semiconductor laser equipment characterized by having the temperature-compensation means put on the bottom of a condition. the error according to thermal expansion by this -- local constant temperature -- it can amend on conditions.

[0056] The 4th invention uses the semiconductor laser component which emits the laser beam from which a beam waist location differs in a horizontal direction parallel to the plane of composition of a semi-conductor, and a direction perpendicular to this. It is the manufacture approach of the semiconductor laser equipment which carries out spot condensing of the radiation laser beam from this semiconductor laser component at an irradiated plane using a collimator lens and a condenser lens. The 1st process which defines the condensing location where the condensing beam diameter in a horizontal direction serves as min, It is the manufacture approach of the semiconductor laser equipment characterized by performing the 2nd process which searches for the point that the condensing beam diameter in a perpendicular direction serves as min by tuning spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens finely after this 1st process. Thereby, the minimum beam diameter location in vertical/horizontal both directions can be brought to the same image surface.

[0057] The 5th means is the manufacture approach of the semiconductor laser equipment characterized by performing the 3rd process which fixes spacing of a semiconductor laser component and a collimator lens after the 1st and 2nd processes in the 4th means. Thereby, spacing of a laser component and a collimator lens can be fixed to an optimum state, and the condition can be made to hold everlastingly.

[0058]

[Effect of the Invention] In the above explanation, this invention faces [ making an irradiated plane carry out spot condensing using a collimator lens and a condenser lens ] the radiation laser beam from a semiconductor laser component which has the astigmatic difference so that clearly. By the ability having been made to carry out a fine control setup of the spacing of a laser component and a collimator lens The semiconductor laser equipment which can make the same image surface condense vertical/horizontal both directions with the minimum beam diameter as an easy configuration and adjustment actuation are also about the radiation laser beam from a semiconductor laser component which has the astigmatic difference can be obtained.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing 1 operation gestalt of the semiconductor laser equipment by this invention.

[Drawing 2] It is the graph which shows the change condition of the minimum beam diameter location according to a vertical/horizontal direction.

[Drawing 3] It is drawing showing a condensing pattern when the minimum beam diameter location in vertical/horizontal both directions is in agreement.

[Drawing 4] It is drawing showing the main process scenes of the semiconductor laser equipment manufacture approach by this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing another operation gestalt in the important section of the semiconductor laser equipment by this invention.

[Drawing 6] It is the story schematic drawing showing another operation gestalt in the pan in the important section of the semiconductor laser equipment by this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing the operation gestalt of semiconductor laser equipment equipped with the temperature-compensation means.

[Drawing 8] It is drawing showing another operation gestalt of semiconductor laser equipment equipped with the temperature-compensation means.

[Drawing 9] It is drawing showing the outline configuration of conventional semiconductor laser equipment.

[Drawing 10] It is drawing showing the condition of the condensing pattern obtained with the equipment of drawing 9 .

### [Description of Notations]

- 1 Semiconductor Laser Component of High Power Mold (LD)
- 10 Semiconductor Laser Equipment
- 11 LD Maintenance Plate
- 12 Peltier Device
- 13 Metal Plate
- 2 Collimator Lens
- 21 Lens Holder
- 22 Fine Control Seiji Implement Which Makes Adjustment Device
- 23 Support
- 24 Heater
- 3 Beam Plastic Surgery Optical System
- 4 Condenser Lens
- 5 Susceptor

6 Temperature-Compensation Circuit

61 Temperature Sensor

62 Temperature Detector

63 Feedback Control Circuit

64 Temperature Setting Means

7 Beam Diameter Measuring Device

Z Optical axis

Ey Beam way strike location (perpendicular direction)

Ex Beam way strike location (horizontal)

Ly Light beam which spreads perpendicularly

Lx Light beam which spreads horizontally

Py The minimum beam diameter location (perpendicular direction)

Px The minimum beam diameter location (horizontal)

L1 Spacing of a laser component and a collimator lens

L2 Spacing of a condenser lens and a beam diameter measuring device (image surface)

Fp Image surface location

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-144362

(P2001-144362A)

(43)公開日 平成13年 5月25日 (2001.5.25)

(51)Int.Cl.

H 0 1 S 5/022

識別記号

F I

H 0 1 S 5/022

テーマコード(参考)

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平11-324584

(22)出願日

平成11年11月15日(1999.11.15)

(71)出願人 592253736

シグマ光機株式会社

埼玉県日高市下高萩新田17-2

(72)発明者 長田 英紀

埼玉県日高市下高萩新田17-2 シグマ光  
機株式会社内

(74)代理人 100091362

弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

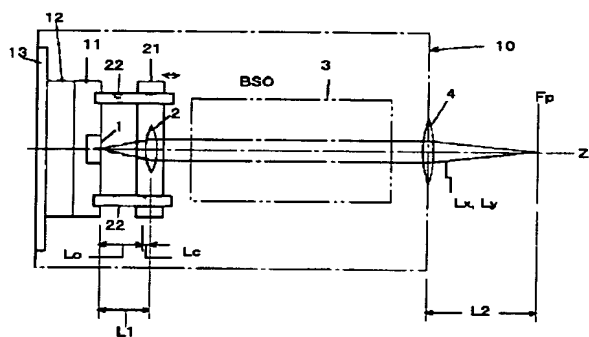
Fターム(参考) 5F073 BA04 EA29 FA08 FA25 GA23

(54)【発明の名称】 半導体レーザ装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光させるに際し、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させることができる半導体レーザ装置を得る。

【解決手段】半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔 $L_1$  ( $L_1 = L_o + L_c$ )を微調設定できるように構成するとともに、その微調設定によって垂直／水平の両方向での最小ビーム径位置 $P_y$ ,  $P_x$ を同一像面位置に合わせ込む。



- 1: 半導体レーザ素子(LD)
- 11: LD保持板
- 12: 圧電素子
- 13: 金属板
- 2: コリメータレンズ
- 21: レンズホルダ
- 22: 微調機構(調整手段)
- 3: ビーム整形光学系(BSO)
- 4: 集光レンズ
- 10: 半導体レーザ装置



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子と、上記レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する集光光学系と、上記レーザ素子と上記コリメータレンズの間隔を微調整する調整手段とを備えたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 半導体レーザ素子とコリメータレンズ間を光軸方向での長さ微調整が可能な部材で連結したことを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ装置。

【請求項3】 半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を定める部材を所定の恒温条件下に置く温度補償手段を備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子を使用し、この半導体レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する半導体レーザ装置の製造方法であって、

水平方向での集光ビーム径が最小となる集光位置を定める第1の工程と、

この第1の工程の後、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を微調整することによって垂直方向での集光ビーム径が最小となる点を求める第2の工程と、を行うことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項5】 第1および第2の工程の後、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を固定する第3の工程を行うことを特徴とする請求項4に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体レーザ素子から放射される高出力レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する半導体レーザ装置およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 たとえば点字プリンタの記録方式として、加熱により不可逆的に熱膨張変化する感熱層が形成された記録媒体を使用し、この記録媒体にレーザビームをスポット集光して照射させることにより上記感熱層を選択的に熱膨張変形させ、これにより点字パターンの凹凸を形成するという方式がある。このような用途に使用する半導体レーザ装置では、照射の効率と分解能を高めるために、できるだけ大きな光エネルギーをできるだけ小さな点に絞って集光させる必要がある。

【0003】 このため、従来においては、高出力の半導体レーザ素子を使用するとともに、そのレーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使っ

て点状にスポット集光させる集光光学系が使用されていた。

【0004】 図9は、従来の半導体レーザ装置の概略構成を示す。同図に示す装置は、高出力型の半導体レーザ素子1、コリメータレンズ2、ビーム整形光学系3、集光レンズ4により構成される。

【0005】 レーザ素子1からの放射レーザ光は、コリメータレンズ2で平行ビームにされた後、集光レンズ4により点状にスポット集光される。このとき、ビーム整形光学系3は、ビーム断面形状が真円となるような補正、いわゆる非点収差の補正を行う。これにより、垂直／水平のどちらの方向にも偏らない真円状にスポット集光を行わせるようにしていた。

【0006】 ビーム整形光学系は、たとえば特公平5-52071号公報に記載されているように、平行平板あるいは曲率半径の大きな円筒レンズなどを用いて構成される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した装置には次のような問題のあることが、本発明者によってあきらかとされた。

【0008】 すなわち、半導体レーザ素子1からのレーザ光放射は、図9に実線(Ly)と波線(Lx)で分けて示すように、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでは、レーザ光ビームが最小となる位置いわゆるビームウェスト位置(Ey, Ex)が異なるという問題があった。つまり、水平方向に広がる光ビームLxと垂直平行に広がる光ビームLyとで、見かけ上のレーザ光源位置が異なる非点隔差(Ex ≠ Ey)があった。

【0009】 垂直方向のビームウェスト位置Eyは半導体の端面と見ることができ、水平方向のビームウェスト位置Exはその端面よりも少し内側に入ったところにあるとされている。この非点隔差を有するビーム光をコリメータレンズ1と集光レンズ4で被照射面にスポット集光しても、図10に示すように、その被照射面(像面)での集光パターンは真円とはならず、垂直／水平のどちらかの方向に楕円状に拡散してしまう。つまり、非点収差が生じて像がぼやけてしまう。

【0010】 この非点収差を補正するために、従来は、上述したようなビーム整形光学系3を介在させていた。しかし、その非点収差は、上述したように、垂直方向と水平方向とで見かけ上のレーザ光源位置(ビームウェスト位置Ey, Ex)が異なる非点隔差(Ex ≠ Ey)によって生じるため、上述した従来のビーム整形光学系3だけでは十分に補正することができない。

【0011】 従来のビーム整形光学系3では、図9に示すように、垂直方向のビームLy径が最小となる像面位置Pyと水平方向のビームLx径が最小となる像面位置Lxとを一致させることができず、このため、図10に

示すように、垂直／水平のいずれか一方または両方にて象ぼけが生じるのを避けることができなかった。

【0012】図10は、図9の装置にて得られる集光パターンの状態を示す。同図において、(a)は垂直方向のビームL<sub>y</sub>径が最小となる像面位置Aでの集光パターン、(b)は水平方向のビームL<sub>x</sub>径が最小となる像面位置Bでの集光パターン、(c)は上記2つの像面位置A、Bの中間位置Cでの集光パターンをそれぞれ示す。

【0013】同図に示すように、垂直方向のビームL<sub>y</sub>径が最小となるように像面位置Aを定めた場合には、水平方向のビームL<sub>x</sub>がその像面位置Aにて拡散して、

(a)に示すように、集光パターンには楕円状の収差が現れてしまう。また、水平方向のビームL<sub>x</sub>径が最小となるように像面位置Bを定めた場合には、今度は、その像面位置Bにて垂直方向のビームL<sub>y</sub>が拡散して、この場合にも、(b)に示すように、集光パターンには楕円状の収差が現れてしまう。両像面位置A、Bの中間位置Cにて真円状の集光パターンを得ようとした場合には、垂直／水平の両ビームL<sub>y</sub>、L<sub>x</sub>径が共に最小とならないため、(c)に示すように、ビームL<sub>y</sub>、L<sub>x</sub>が十分に絞り込まれず、これも、いわゆる像ぼけになってしまう。

【0014】このように、半導体レーザー素子からの放射レーザー光を被照射面に点状にスポット集光させる半導体レーザー装置では、そのレーザー素子からの放射レーザー光のビームウェスト位置が垂直／水平方向で相違するという、半導体レーザー素子に特有の非点隔差によって、従来のビーム整形光学系だけでは補正しきれない非点収差が生じる、という問題のあることが本発明者によって明らかとされた。

【0015】本発明は以上のような課題に鑑みてなされたものであり、非点隔差を有する半導体レーザー素子からの放射レーザー光を、簡単な構成と調整操作でもって、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させることができるようにした半導体レーザー装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の手段は、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザー光を放射する半導体レーザー素子と、上記レーザー素子からの放射レーザー光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する集光光学系と、上記レーザー素子と上記コリメータレンズの間隔を微調整する調整手段とを備えたことを特徴とする半導体レーザー装置である。

【0017】第2の手段は、第1の手段において、半導体レーザー素子とコリメータレンズ間を光軸方向での長さ微調整が可能な部材で連結したことを特徴とする半導体レーザー装置である。第3の発明は、第1または第2の手段において、半導体レーザー素子とコリメータレンズの間

隔を定める部材を所定の恒温条件下に置く温度補償手段を備えたことを特徴とする半導体レーザー装置である。

【0018】第4の手段は、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザー光を放射する半導体レーザー素子を使用し、この半導体レーザー素子からの放射レーザー光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する半導体レーザー装置の製造方法であって、水平方向での集光ビーム径が最小となる集光位置を定める第1の工程と、この第1の工程の後、半導体レーザー素子とコリメータレンズの間隔を微調整することによって垂直方向での集光ビーム径が最小となる点を求める第2の工程と、を行うことを特徴とする半導体レーザー装置の製造方法である。第5の手段は、第4の手段において、第1および第2の工程の後、半導体レーザー素子とコリメータレンズの間隔を固定する第3の工程を行うことを特徴とする半導体レーザー装置の製造方法である。

【0019】上述した手段によれば、半導体レーザー素子とコリメータレンズの間隔を微調整設定することで、垂直方向での最小ビーム径位置を、水平方向での最小ビーム径位置に合わせ込むことができる。これにより、非点隔差を有する半導体レーザー素子からの放射レーザー光を、簡単な構成と調整操作でもって、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させる、という目的が達成される。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態を図面を参照しながら説明する。なお、各図間において、同一符号は同一あるいは相当部分を示すものとする。

【0021】図1は本発明による半導体レーザー装置の一実施形態を示す。同図に示す半導体レーザー装置10は、まず、半導体レーザー素子1、コリメータレンズ2、ビーム整形光学系3、集光レンズ4が光軸Z方向に並んで配設されている。

【0022】半導体レーザー素子(LD)1は高出力タイプであって、熱伝導性が良好な金属製のLD保持板11に装着(マウント)されている。この保持板11は、冷却用のペルチェ素子12を介して金属板13に固定されている。この金属板13は装置の構造部材をなすが、ペルチェ素子12の放熱を吸収して放散させるヒートシンクも兼ねている。

【0023】ペルチェ素子12は、図示を省略するが、半導体レーザー素子1に近いところの温度(たとえばLD保持板11の温度)が所定温度となるようなフィードバック制御手段と組み合わせることにより、そのレーザー素子1の動作環境温度を一定に保つ恒温システムを構成することもできる。

【0024】コリメータレンズ2は凸レンズであって、レーザー素子1からの放射レーザー光(L<sub>y</sub>, L<sub>x</sub>)を平行ビーム化する。このコリメータレンズ2は熱伝導性が良

好な金属製レンズホルダ21に保持され、このレンズホルダ21は微調整治具22を介して上記LD保持板11に連結されている。

【0025】この微調整治具22により、レーザ素子1とコリメータレンズ2は、所定の距離間隔L1を保ちながら機械的に連結されている。微調整治具22は、たとえばピッチの細かいネジによるスクリュー送り機構を形成し、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1を $\mu\text{m}$ 単位(0~40 $\mu\text{m}$ )の精度で可変設定する調整手段をなす。この微調整治具22には熱膨張による誤差が介在するが、この誤差は、たとえばペルチェ素子12でレーザ素子1の温度上昇を抑制するにより低減させることができる。

【0026】ビーム整形光学系3は、図示は省略するが、平行平板や円筒レンズ、あるいはアナモルフィックプリズムなどを用いて構成され、コリメータレンズ2によって平行ビーム化されたレーザ光(Ly, Lx)の非点収差を補助的に補正する。

【0027】集光レンズ4は凸レンズであって、平行ビーム化されたレーザ光を点状にスポット集光する。Fpはスポット集光されたレーザ光を受ける像面位置(被照射面位置)である。この像面位置Fpは、当該位置Fpにてビーム径が最小となるように選ばれる。

【0028】しかし、上述した半導体レーザ装置10では、半導体レーザ素子1の非点隔差により、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とで、見かけ上の光源位置(ビームウェスト位置)が異なる。このため、像面位置Fpを光軸Z方向に移動しても、前述したように、垂直方向のビームLy径が最小となる位置と水平方向のビームLx径が最小となる位置は必ずしも一致させることができず、その不一致によって非点収差が生じる。この非点隔差による非点収差は、前述したように、ビーム整形光学系3だけでは補正しきれない。

【0029】ここで、本発明者は、上述した半導体レーザ装置において、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1を $\mu\text{m}$ 単位で変化させたときに、垂直方向のビームLy径が最小となる焦点位置と、水平方向のビームLx径が最小となる焦点位置とが、互いに異なる振る舞いをすることを知得した。

【0030】すなわち、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1を、たとえば図2に示すように、0、10 $\mu\text{m}$ 、20 $\mu\text{m}$ 、30 $\mu\text{m}$ 、40 $\mu\text{m}$ というように段階的に変化させて行った場合、垂直方向のビームLy径が最小となる焦点位置はミリ(mm)単位で大きく変化するが、水平方向のビーム径Lxが最小となる焦点位置はそれほど目立った変化を呈さないことを知得した。

【0031】さらに、本発明者は、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1を $\mu\text{m}$ 単位で変化させることで、垂直方向のビームLy径が最小となる焦点位置を変化させることにより、その垂直方向のビームLy径が最

小となる焦点位置を、水平方向のビームLx径が最小となる焦点位置にまで持ってくるができる、ということを知得した。

【0032】図2は最小ビーム径位置の変化状態を垂直/水平の方向別に示すグラフであって、横軸はビーム径の測定位置(単位mm)、縦軸はビーム径( $\mu\text{m}$ )をそれぞれ示す。同図において、測定位置に対するビーム径の変化状態は、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1を基準間隔Loに対する増分Lc(単位 $\mu\text{m}$ )というように定義し( $L1=Lo+Lc$ )、その増分Lcを0、10、20、30、40と段階的に変化させながら、各増分Lc(=0、10、20、30、40)ごとにそれぞれ、ビーム径測定位置に対するビーム径の変化状態を調べた。

【0033】その結果、同図に示すように、垂直方向での最小ビーム径位置は上記Lcの変化によりミリ(mm)単位で大きく変化するが、水平方向での最小ビーム径位置は上記Lcの変化に対してほとんど変化しない。これにより、上記Lcを可変設定することで、垂直方向での最小ビーム径位置を水平方向での最小ビーム径位置にまで持ってくるが可能になる。

【0034】図2に示した例では、 $Lc=20\mu\text{m}$ と設定したときに、垂直方向での最小ビーム径位置が水平方向での最小ビーム径位置に重なるようになる。この重なり点Cでは、垂直/水平のどちらの方向でもビーム径が最小となる。

【0035】図3は、垂直/水平の両方向での最小ビーム径位置が一致した場合の集光パターンを示す。同図において、(c)は垂直/水平の両方向にてビーム径が最小となる位置Aでの集光パターンを示す。また、(a)および(b)はその後方位置Aおよび前方位置Bでの集光パターンをそれぞれ示す。同図に示すように、集光パターンは垂直/水平のどちらにも偏らない真円形状に補正された状態でスポット集光される。

【0036】本発明は以上のような知得に着目してなされたもので、図1に示したように、半導体レーザ素子1からの放射レーザ光をコリメータレンズ2と集光レンズ4を使って被照射面にスポット集光させるに際し、上記レーザ素子1と上記コリメータレンズ2の間隔L1( $L1=Lo+Lc$ )を微調設定する調整手段を備えることにより、垂直方向のビームLy径が最小となる焦点位置と、水平方向のビームLx径が最小となる焦点位置とを、互いに一致させることを可能にしたものである。

【0037】これにより、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光を、簡単な構成と調整操作をもって、垂直/水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させるようにした半導体レーザ装置を得ることができる。

【0038】次に、本発明による半導体レーザ装置の製造方法について説明する。本発明による半導体レーザ装

置は、上述したように、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子を使用し、この半導体レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する構成を有するが、この装置は次のような工程を経ることにより、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光を、簡単な構成と調整操作でもって、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させることができる半導体レーザ装置とすることができる。

【0039】図4は、本発明による半導体レーザ装置製造方法の主要な工程場面を示す。まず、同図の(a)に示すように、水平方向での集光ビーム径が最小なる位置Pxを定める第1の工程を行う。この工程は、集光レンズ4とビーム径測定装置7の間隔L2を変化させて行う。具体的には、測定装置7の測定面を光軸Z方向に移動させることにより、水平方向での集光ビーム径が最小なる位置Pxを定めることができる。

【0040】この第1の工程の後、同図の(b)に示すように、第2の工程として、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1(=Lo+Lc)を微調整することにより、垂直方向での最小ビーム径位置Pyを移動させ、水平方向での最小ビーム径位置Pxに一致させる。これにより、垂直／水平の両方向での最小ビーム径位置Py、Pxを同一像面に持って来ることができる。

【0041】この後、要すれば、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔を接着剤やスポット溶接等で固定する第3の工程を行う。これにより、レーザ素子とコリメータレンズの間隔を最適調整状態に固定して、その状態を恒久的に保持させることができる。この第3の工程は、たとえば接着剤などを使って簡単に行うことができる。

【0042】レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔は、上述のように、製造段階での微調整によって最適化させることができるが、他の手段としては、たとえばユーザ(OEM供給先)が点字プリンタ等の応用機器に組み込む際に微調整させるようにしてもよい。また、レーザ素子1とコリメータレンズ2間を微調整治具22で連結する構造形態としては、たとえば図5あるいは図6に示すような形態であってもよい。

【0043】図5は本発明による半導体レーザ装置の要部における別の実施形態を示す。同図は、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2の連結構成を示したもので、図1に示したものと相違点について説明すると、コリメータレンズ2を保持している金属製レンズホルダ21が、微調整治具22によって金属板13側に連結されている。

【0044】この微調整治具22にて金属板13とレンズホルダ21の間隔を微調整することにより、レーザ素子1とコリメータ21の間隔を $\mu\text{m}$ 単位(0~40 $\mu\text{m}$ )

で可変設定することができる。

【0045】図6は本発明による半導体レーザ装置の要部におけるさらに別の実施形態を示す。同図に示す半導体レーザ装置10では、レンズホルダ21を支持具23で支持台5に取り付けるとともに、その支持具23と金属板13の間隔を微調整治具22で可変設定させるようにしている。

【0046】上記微調整治具22は、上述したように、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔を $\mu\text{m}$ 単位の精度で微調整設定することができるとともに、いったん定めた設定状態を経年や温度変化等に影響されずに安定に保持できることが望まれる。このためには、上記微調整治具22の材質に熱膨張率の小さな合金(たとえば、コンスタンやパーマロイ)を使用するか、あるいは以下に示すように、その微調整治具22を所定の恒温条件下に置くための温度補償手段を使用する。

【0047】図7は温度補償手段を備えた半導体レーザ装置の実施形態を示す。同図に示す半導体レーザ装置は、温度センサ61、温度検出回路62、フィードバック制御回路63、および温度設定手段64などからなる温度補償回路6を有する。

【0048】この場合、温度センサ61はLD保持板61に取り付けられていて、半導体レーザ素子1の周囲温度を検知する。温度検出回路62は、上記温度センサ61の検知温度に対応するレベルの電気信号を出力する。フィードバック制御回路63は、その温度対応の電気信号レベルが、温度設定手段64から与えられる所定の設定レベルとなるように、上記レーザ素子1および/またはペルチェ素子12の駆動電流をフィードバック制御(負帰還制御)する。

【0049】これにより、上記レーザ素子1の周囲温度が、上記設定レベルに対応する所定温度にフィードバック制御される。この制御により、微調整治具22での温度も一定温度に安定化させられて、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔設定状態を安定に保持することができるようになる。

【0050】図8は温度補償手段を備えた半導体レーザ装置の別の実施形態を示す。同図に示す半導体レーザ装置は、上述した温度補償回路6が微調整治具22の温度を直接フィードバック制御するように設けられている。すなわち、温度センサ61は微調整治具22の温度を直接検知するように取り付けられ、この検知温度が設定手段64にて設定される温度となるように、微調整治具22を加温するヒータ24への通電量をフィードバック制御する。

【0051】これにより、微調整治具22はさらに確実な恒温条件下に置かれるようになる。したがって、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔設定状態は、さらに高精度かつ安定に保持させることができる。なお、図7に示した温度補償回路6と、図8の示した温度補償回

路6とは、両方を併用させる形で設けてもよい。

【0052】図8に示した半導体レーザ装置では、微調整治具22の長さを微調設定する手段として、上記温度補償回路6を利用することもできる。すなわち、上記設定手段64の設定温度を可変操作することによって、上記微調整治具22の温度を可変設定する。すると、微調整治具22は、その設定温度に応じて熱膨張する。この熱膨張による長さ変化によって、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔を $\mu\text{m}$ 単位の精度で微調設定することができる。

【0053】以上説明したように、本発明の第1の発明は、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子と、上記レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する集光光学系と、上記レーザ素子と上記コリメータレンズの間隔を微調設定する調整手段とを備えたことを特徴とする半導体レーザ装置である。これにより、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光を、簡単な構成と調整操作でもって、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させることができる。

【0054】第2の発明は、第1の発明において、半導体レーザ素子とコリメータレンズ間を光軸方向での長さ微調整が可能な部材で連結したことを特徴とする半導体レーザ装置である。これにより、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を微調設定する調整手段を構成することができる。

【0055】第3の発明は、第1または第2の発明において、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を定める部材を所定の恒温条件下に置く温度補償手段を備えたことを特徴とする半導体レーザ装置である。これにより、熱膨張による誤差を局所的な恒温条件で補正することができる。

【0056】第4の発明は、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子を使用し、この半導体レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する半導体レーザ装置の製造方法であって、水平方向での集光ビーム径が最小となる集光位置を定める第1の工程と、この第1の工程の後、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を微調整することによって垂直方向での集光ビーム径が最小となる点を求める第2の工程と、を行うことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法である。これにより、垂直／水平の両方向での最小ビーム径位置を同一像面に持って来ることができる。

【0057】第5の手段は、第4の手段において、第1および第2の工程の後、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を固定する第3の工程を行うことを特徴と

する半導体レーザ装置の製造方法である。これにより、レーザ素子とコリメータレンズの間隔を最適状態に固定して、その状態を恒久的に保持させることができる。

【0058】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明は、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光させるに際し、レーザ素子とコリメータレンズの間隔を微調設定できるようにしたことにより、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光を、簡単な構成と調整操作でもって、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させることができる半導体レーザ装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体レーザ装置の一実施形態を示す図である。

【図2】最小ビーム径位置の変化状態を垂直／水平の方向別に示すグラフである。

【図3】垂直／水平の両方向での最小ビーム径位置が一致した場合の集光パターンを示す図である。

【図4】本発明による半導体レーザ装置製造方法の主要な工程場面を示す図である。

【図5】本発明による半導体レーザ装置の要部における別の実施形態を示す図である。

【図6】本発明による半導体レーザ装置の要部におけるさらに別の実施形態を示す階略図である。

【図7】温度補償手段を備えた半導体レーザ装置の実施形態を示す図である。

【図8】温度補償手段を備えた半導体レーザ装置の別の実施形態を示す図である。

【図9】従来の半導体レーザ装置の概略構成を示す図である。

【図10】図9の装置にて得られる集光パターンの状態を示す図である。

【符号の説明】

1 高出力型の半導体レーザ素子 (LD)

10 半導体レーザ装置

11 LD保持板

12 ペルチェ素子

13 金属板

2 コリメータレンズ

21 レンズホルダ

22 調整手段をなす微調整治具

23 支持具

24 ヒータ

3 ビーム整形光学系

4 集光レンズ

5 支持台

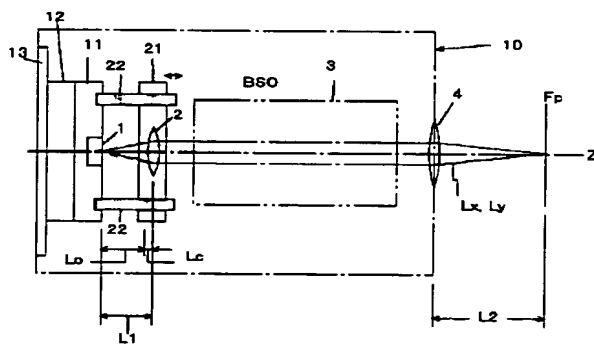
6 温度補償回路

61 温度センサ

62 温度検出回路  
 63 フィードバック制御回路  
 64 温度設定手段  
 7 ビーム径測定装置  
 Z 光軸  
 Ey ビームウェイスト位置 (垂直方向)  
 Ex ビームウェイスト位置 (水平方向)

\* Ly 垂直方向に広がる光ビーム  
 Lx 水平方向に広がる光ビーム  
 Py 最小ビーム径位置 (垂直方向)  
 Px 最小ビーム径位置 (水平方向)  
 L1 レーザ素子とコリメータレンズの間隔  
 L2 集光レンズとビーム径測定装置 (像面) の間隔  
 \* Fp 像面位置

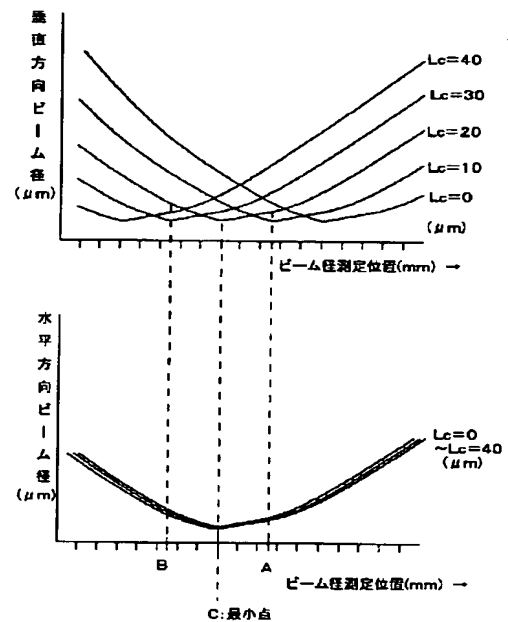
【図1】



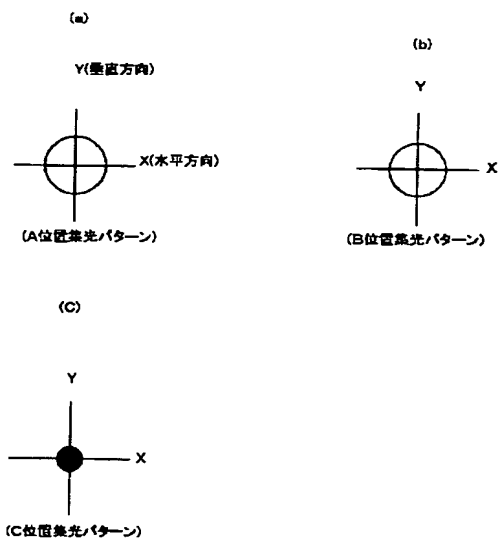
1: 半導体レーザー素子(LD)  
 11: LD保持板  
 12: ペルチェ素子  
 13: 金属板  
 2: コリメータレンズ  
 21: レンズホルダ  
 22: 微調整治具(調整手段)  
 3: ビーム径測定装置(BSO)  
 4: 集光レンズ  
 10: 半導体レーザー装置

【図2】

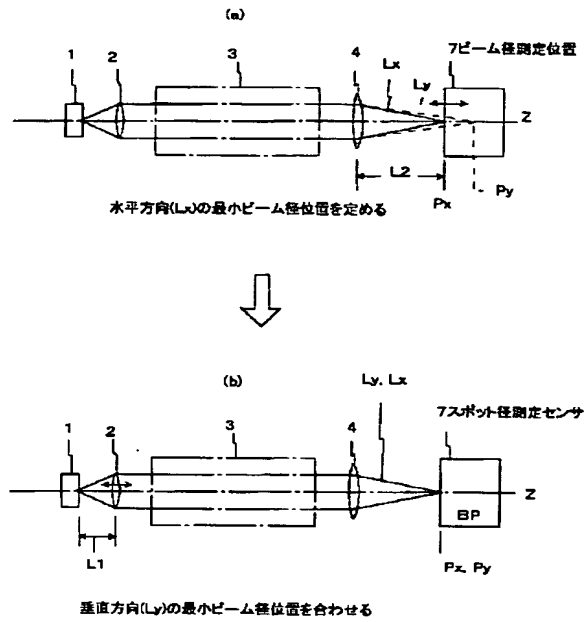
像位置と集光ビーム径の変化状態



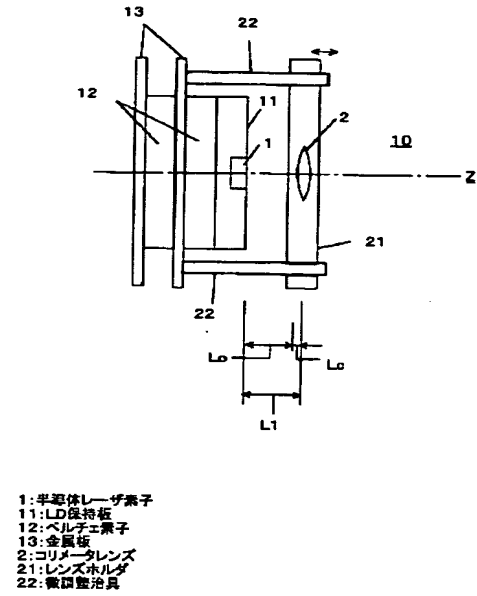
【図3】



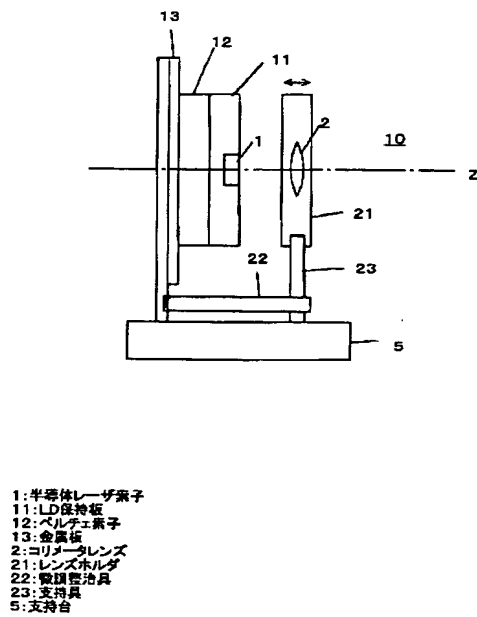
【図4】



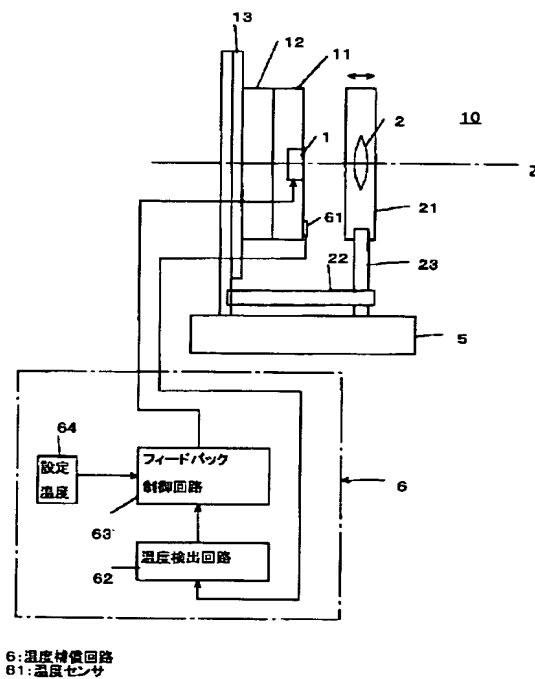
【図5】



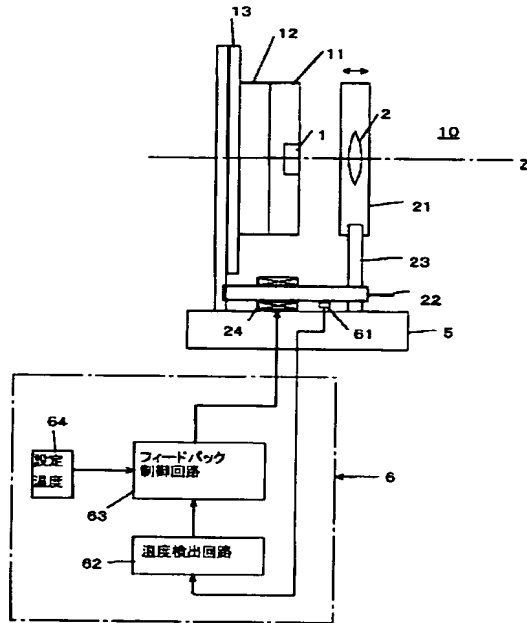
【図6】



【図7】

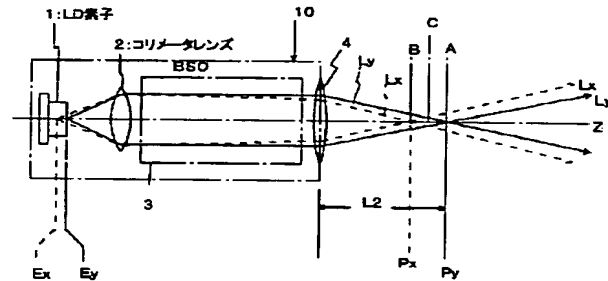


【図8】



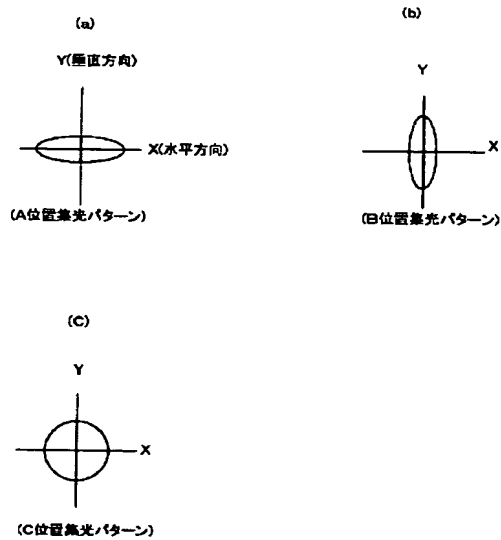
24ヒータ  
6:温度補償回路  
61:温度センサ

【図9】



1:半導体レーザー素子(LD)  
2:コリメータレンズ  
3:ビーム整形光学系(BSO)  
4:集光レンズ  
Ey:ビームウェスト位置(垂直方向)  
Ex:ビームウェスト位置(水平方向)  
Ly:垂直方向に広がる光ビーム  
Lx:水平方向に広がる光ビーム  
Py:最小ビーム径位置(垂直方向)  
Px:最小ビーム径位置(水平方向)

【図10】





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-144362  
(P2001-144362A)

(43) 公開日 平成13年5月25日 (2001.5.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 S 5/022

識別記号

F I  
H 0 1 S 5/022

データベース(参考)  
5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-324584  
(22) 出願日 平成11年11月15日 (1999. 11. 15)

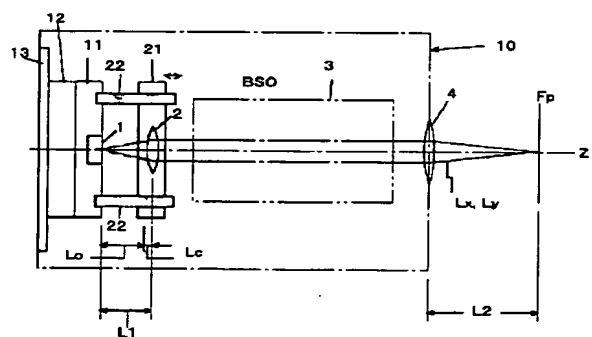
(71) 出願人 592253736  
シグマ光機株式会社  
埼玉県日高市下高萩新田17-2  
(72) 発明者 長田 英紀  
埼玉県日高市下高萩新田17-2 シグマ光  
機株式会社内  
(74) 代理人 100091362  
弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)  
Fターム(参考) 5F073 BA04 EA29 FA08 FA25 GA23

(54) 【発明の名称】 半導体レーザー装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 非点隔差を有する半導体レーザー素子からの放射レーザー光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光させるに際し、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させることができる半導体レーザー装置を得る。

【解決手段】 半導体レーザー素子1とコリメータレンズ2の間隔 $L_1$  ( $L_1 = L_o + L_c$ ) を微調設定できるように構成するとともに、その微調設定によって垂直／水平の両方向での最小ビーム径位置 $P_y$ 、 $P_x$ を同一像面位置に合わせ込む。



1: 半導体レーザー素子(LD)  
11: LD駆動板  
12: ペルチェ素子  
13: 金風板  
2: コリメータレンズ  
21: レンズホルダ  
22: 微調調整具(調整手段)  
3: ビーム整形光学系(BSO)  
4: 集光レンズ  
10: 半導体レーザー装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子と、上記レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する集光光学系と、上記レーザ素子と上記コリメータレンズの間隔を微調整する調整手段とを備えたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 半導体レーザ素子とコリメータレンズ間を光軸方向での長さ微調整が可能な部材で連結したことを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ装置。

【請求項3】 半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を定める部材を所定の恒温条件下に置く温度補償手段を備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子を使用し、この半導体レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する半導体レーザ装置の製造方法であって、

水平方向での集光ビーム径が最小となる集光位置を定める第1の工程と、

この第1の工程の後、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を微調整することによって垂直方向での集光ビーム径が最小となる点を求める第2の工程と、を行うことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項5】 第1および第2の工程の後、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を固定する第3の工程を行うことを特徴とする請求項4に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体レーザ素子から放射される高出力レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する半導体レーザ装置およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】たとえば点字プリンタの記録方式として、加熱により不可逆的に熱膨張変化する感熱層が形成された記録媒体を使用し、この記録媒体にレーザビームをスポット集光して照射させることにより上記感熱層を選択的に熱膨張変化させ、これにより点字パターンの凹凸を形成するという方式がある。このような用途に使用する半導体レーザ装置では、照射の効率と分解能を高めるために、できるだけ大きな光エネルギーをできるだけ小さな点に絞って集光させる必要がある。

【0003】このため、従来においては、高出力の半導体レーザ素子を使用するとともに、そのレーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使っ

て点状にスポット集光させる集光光学系が使用されていた。

【0004】図9は、従来の半導体レーザ装置の概略構成を示す。同図に示す装置は、高出力型の半導体レーザ素子1、コリメータレンズ2、ビーム整形光学系3、集光レンズ4により構成される。

【0005】レーザ素子1からの放射レーザ光は、コリメータレンズ2で平行ビームにされた後、集光レンズ4により点状にスポット集光される。このとき、ビーム整形光学系3は、ビーム断面形状が真円となるような補正、いわゆる非点収差の補正を行う。これにより、垂直／水平のどちらの方向にも偏らない真円状にスポット集光を行わせるようにしていた。

【0006】ビーム整形光学系は、たとえば特公平5-52071号公報に記載されているように、平行平面板あるいは曲率半径の大きな円筒レンズなどを用いて構成される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した装置には次のような問題のあることが、本発明者によってあきらかとされた。

【0008】すなわち、半導体レーザ素子1からのレーザ光放射は、図9に実線(Ly)と波線(Lx)で分けて示すように、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでは、レーザ光ビームが最小となる位置いわゆるビームウェスト位置(Ey, Ex)が異なるという問題があった。つまり、水平方向に広がる光ビームLxと垂直平行に広がる光ビームLyとで、見かけ上のレーザ光源位置が異なる非点隔差(Ex ≠ Ey)があった。

【0009】垂直方向のビームウェスト位置Eyは半導体の端面と見ることができ、水平方向のビームウェストは位置Exはその端面よりも少し内側に入ったところにあるとされている。この非点隔差を有するビーム光をコリメータレンズ1と集光レンズ4で被照射面にスポット集光しても、図10に示すように、その被照射面(像面)での集光パターンは真円とはならず、垂直／水平のどちらかの方向に楕円状に拡散してしまう。つまり、非点収差が生じて像がぼやけてしまう。

【0010】この非点収差を補正するために、従来は、上述したようなビーム整形光学系3を介在させていた。しかし、その非点収差は、上述したように、垂直方向と水平方向とで見かけ上のレーザ光源位置(ビームウェスト位置Ey, Ex)が異なる非点隔差(Ex ≠ Ey)によって生じるため、上述した従来のビーム整形光学系3だけでは十分に補正することができない。

【0011】従来のビーム整形光学系3では、図9に示すように、垂直方向のビームLy径が最小となる像面位置Pyと水平方向のビームLx径が最小となる像面位置Lxとを一致させることができず、このため、図10に

示すように、垂直／水平のいずれか一方または両方に  
象ぼけが生じるのを避けることができなかった。

【0012】図10は、図9の装置にて得られる集光パ  
ターンの状態を示す。同図において、(a)は垂直方向  
のビームLy径が最小となる像面位置Aでの集光パター  
ン、(b)は水平方向のビームLx径が最小となる像面  
位置Bでの集光パターン、(c)は上記2つの像面位置  
A、Bの中間位置Cでの集光パターンをそれぞれ示す。

【0013】同図に示すように、垂直方向のビームLy  
径が最小となるように像面位置Aを定めた場合には、水  
平方向のビームLxがその像面位置Aにて拡散して、

(a)に示すように、集光パターンには楕円状の収差が  
現れてしまう。また、水平方向のビームLx径が最小と  
なるように像面位置Bを定めた場合には、今度は、その  
像面位置Bにて垂直方向のビームLyが拡散して、この  
場合にも、(b)に示すように、集光パターンには楕円  
状の収差が現れてしまう。両像面位置A、Bの中間位置  
Cにて真円状の集光パターンを得ようとした場合には、  
垂直／水平の両ビームLy、Lx径が共に最小とならな  
いため、(c)に示すように、ビームLy、Lxが十分  
に絞り込まれず、これも、いわゆる像ぼけになってしま  
う。

【0014】このように、半導体レーザー素子からの放射  
レーザー光を被照射面に点状にスポット集光させる半導体  
レーザー装置では、そのレーザー素子からの放射レーザー光の  
ビームウェスト位置が垂直／水平方向で相違するとい  
う、半導体レーザー素子に特有の非点隔差によって、従来  
のビーム整形光学系だけでは補正しきれない非点収差が  
生じる、という問題のあることが本発明者によって明ら  
かとされた。

【0015】本発明は以上のような課題に鑑みてなされ  
たものであり、非点隔差を有する半導体レーザー素子から  
の放射レーザー光を、簡単な構成と調整操作でもって、垂  
直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光さ  
せることができるようにした半導体レーザー装置およびそ  
の製造方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の手段は、  
半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向と  
でビームウェスト位置が異なるレーザー光を放射する半導  
体レーザー素子と、上記レーザー素子からの放射レーザー光  
をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポ  
ット集光する集光光学系と、上記レーザー素子と上記コリ  
メータレンズの間隔を微調整設定する調整手段とを備えた  
ことを特徴とする半導体レーザー装置である。

【0017】第2の手段は、第1の手段において、半導  
体レーザー素子とコリメータレンズ間を光軸方向での長さ  
微調整が可能な部材で連結したことを特徴とする半導体  
レーザー装置である。第3の発明は、第1または第2の手  
段において、半導体レーザー素子とコリメータレンズの間

隔を定める部材を所定の恒温条件下に置く温度補償手段  
を備えたことを特徴とする半導体レーザー装置である。

【0018】第4の手段は、半導体の接合面に平行な水  
平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異  
なるレーザー光を放射する半導体レーザー素子を使用し、こ  
の半導体レーザー素子からの放射レーザー光をコリメータレ  
ンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する  
半導体レーザー装置の製造方法であって、水平方向での集  
光ビーム径が最小となる集光位置を定める第1の工程  
と、この第1の工程の後、半導体レーザー素子とコリメー  
タレンズの間隔を微調整することによって垂直方向での  
集光ビーム径が最小となる点を求める第2の工程と、を  
行うことを特徴とする半導体レーザー装置の製造方法であ  
る。第5の手段は、第4の手段において、第1および第  
2の工程の後、半導体レーザー素子とコリメータレンズの  
間隔を固定する第3の工程を行うことを特徴とする半導  
体レーザー装置の製造方法である。

【0019】上述した手段によれば、半導体レーザー素子  
とコリメータレンズの間隔を微調整設定することで、垂直  
方向での最小ビーム径位置を、水平方向での最小ビーム  
径位置に合わせ込むことができる。これにより、非点隔  
差を有する半導体レーザー素子からの放射レーザー光を、簡  
単な構成と調整操作でもって、垂直／水平の両方向共に  
最小ビーム径で同一像面に集光させる、という目的が達  
成される。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態を  
図面を参照しながら説明する。なお、各図間において、  
同一符号は同一あるいは相当部分を示すものとする。

【0021】図1は本発明による半導体レーザー装置の一  
実施形態を示す。同図に示す半導体レーザー装置10は、  
まず、半導体レーザー素子1、コリメータレンズ2、ビー  
ム整形光学系3、集光レンズ4が光軸Z方向に並んで配  
設されている。

【0022】半導体レーザー素子(LD)1は高出力タイ  
プであって、熱伝導性が良好な金属製のLD保持板11  
に装着(マウント)されている。この保持板11は、冷  
却用のペルチェ素子12を介して金属板13に固定され  
ている。この金属板13は装置の構造部材をなすが、ペ  
ルチェ素子12の放熱を吸収して放散させるヒートシン  
クも兼ねている。

【0023】ペルチェ素子12は、図示を省略するが、  
半導体レーザー素子1に近いところの温度(たとえばLD  
保持板11の温度)が所定温度となるようなフィードバ  
ック制御手段と組み合わせることにより、そのレーザー  
素子1の動作環境温度を一定に保つ恒温システムを構成す  
ることもできる。

【0024】コリメータレンズ2は凸レンズであって、  
レーザー素子1からの放射レーザー光(Ly、Lx)を平行  
ビーム化する。このコリメータレンズ2は熱伝導性が良

好な金属製レンズホルダ21に保持され、このレンズホルダ21は微調整治具22を介して上記LD保持板11に連結されている。

【0025】この微調整治具22により、レーザ素子1とコリメータレンズ2は、所定の距離間隔L1を保ちながら機械的に連結されている。微調整治具22は、たとえばピッチの細かいネジによるスクリュース送り機構を形成し、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1をμm単位(0~40μm)の精度で可変設定する調整手段をなす。この微調整治具22には熱膨張による誤差が介在するが、この誤差は、たとえばペルチェ素子12でレーザ素子1の温度上昇を抑制するにより低減させることができる。

【0026】ビーム整形光学系3は、図示は省略するが、平行平板や円筒レンズ、あるいはアナモルフィックプリズムなどを用いて構成され、コリメータレンズ2によって平行ビーム化されたレーザ光(Ly, Lx)の非点収差を補助的に補正する。

【0027】集光レンズ4は凸レンズであって、平行ビーム化されたレーザ光を点状にスポット集光する。Fpはスポット集光されたレーザ光を受ける像面位置(被照射面位置)である。この像面位置Fpは、当該位置Fpにてビーム径が最小となるように選ばれる。

【0028】しかし、上述した半導体レーザ装置10では、半導体レーザ素子1の非点隔差により、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とで、見かけ上の光源位置(ビームウェイト位置)が異なる。このため、像面位置Fpを光軸Z方向に移動しても、前述したように、垂直方向のビームLy径が最小となる位置と水平方向のビームLx径が最小となる位置は必ずしも一致させることができず、その不一致によって非点収差が生じる。この非点隔差による非点収差は、前述したように、ビーム整形光学系3だけでは補正しきれない。

【0029】ここで、本発明者は、上述した半導体レーザ装置において、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1をμm単位で変化させたときに、垂直方向のビームLy径が最小となる焦点位置と、水平方向のビームLx径が最小となる焦点位置とが、互いに異なる振る舞いをすることを知得した。

【0030】すなわち、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1を、たとえば図2に示すように、0、10μm、20μm、30μm、40μmというように段階的に変化させて行った場合、垂直方向のビームLy径が最小となる焦点位置はミリ(mm)単位で大きく変化するが、水平方向のビーム径Lxが最小となる焦点位置はそれほど目立った変化を呈さないことを知得した。

【0031】さらに、本発明者は、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1をμm単位で変化させることで、垂直方向のビームLy径が最小となる焦点位置を変化させることにより、その垂直方向のビームLy径が最

小となる焦点位置を、水平方向のビームLx径が最小となる焦点位置にまで持ってくるることができる、ということを知得した。

【0032】図2は最小ビーム径位置の変化状態を垂直/水平の方向別に示すグラフであって、横軸はビーム径の測定位置(単位mm)、縦軸はビーム径(μm)をそれぞれ示す。同図において、測定位置に対するビーム径の変化状態は、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔L1を基準間隔Loに対する増分Lc(単位μm)というように定義し( $L1 = L0 + Lc$ )、その増分Lcを0、10、20、30、40と段階的に変化させながら、各増分Lc(=0、10、20、30、40)ごとにそれぞれ、ビーム径測定位置に対するビーム径の変化状態を調べた。

【0033】その結果、同図に示すように、垂直方向での最小ビーム径位置は上記Lcの変化によりミリ(mm)単位で大きく変化するが、水平方向での最小ビーム径位置は上記Lcの変化に対してほとんど変化しない。これにより、上記Lcを可変設定することで、垂直方向での最小ビーム径位置を水平方向での最小ビーム径位置にまで持ってくるのが可能になる。

【0034】図2に示した例では、 $Lc = 20\mu m$ と設定したときに、垂直方向での最小ビーム径位置が水平方向での最小ビーム径位置に重なるようになる。この重なり点Cでは、垂直/水平のどちらの方向でもビーム径が最小となる。

【0035】図3は、垂直/水平の両方向での最小ビーム径位置が一致した場合の集光パターンを示す。同図において、(c)は垂直/水平の両方向にてビーム径が最小となる位置Aでの集光パターンを示す。また、(a)および(b)はその後方位置Aおよび前方位置Bでの集光パターンをそれぞれ示す。同図に示すように、集光パターンは垂直/水平のどちらにも偏らない真円形状に補正された状態でスポット集光される。

【0036】本発明は以上のような知得に着目してなされたもので、図1に示したように、半導体レーザ素子1からの放射レーザ光をコリメータレンズ2と集光レンズ4を使って被照射面にスポット集光させるに際し、上記レーザ素子1と上記コリメータレンズ2の間隔L1( $L1 = L0 + Lc$ )を微調整する調整手段を備えることにより、垂直方向のビームLy径が最小となる焦点位置と、水平方向のビームLx径が最小となる焦点位置とを、互いに一致させることを可能にしたものである。

【0037】これにより、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光を、簡単な構成と調整操作をもって、垂直/水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させるようにした半導体レーザ装置を得ることができる。

【0038】次に、本発明による半導体レーザ装置の製造方法について説明する。本発明による半導体レーザ装

10

20

30

40

50

置は、上述したように、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子を使用し、この半導体レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する構成を有するが、この装置は次のような工程を経ることにより、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光を、簡単な構成と調整操作でもって、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させることができる半導体レーザ装置とすることができる。

【0039】図4は、本発明による半導体レーザ装置製造方法の主要な工程場面を示す。まず、同図の(a)に示すように、水平方向での集光ビーム径が最小なる位置 $P_x$ を定める第1の工程を行う。この工程は、集光レンズ4とビーム径測定装置7の間隔 $L_2$ を変化させて行う。具体的には、測定装置7の測定面を光軸Z方向に移動させることにより、水平方向での集光ビーム径が最小なる位置 $P_x$ を定めることができる。

【0040】この第1の工程の後、同図の(b)に示すように、第2の工程として、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔 $L_1 (=L_o + L_c)$ を微調整することにより、垂直方向での最小ビーム径位置 $P_y$ を移動させ、水平方向での最小ビーム径位置 $P_x$ に一致させる。これにより、垂直／水平の両方向での最小ビーム径位置 $P_y$ 、 $P_x$ を同一像面に持って来ることができる。

【0041】この後、要すれば、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔を接着剤やスポット溶接等で固定する第3の工程を行う。これにより、レーザ素子とコリメータレンズの間隔を最適調整状態に固定して、その状態を恒久的に保持させることができる。この第3の工程は、たとえば接着剤などを使って簡単に行うことができる。

【0042】レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔は、上述のように、製造段階での微調整によって最適化させることができるが、他の手段としては、たとえばユーザ(OEM供給先)が点字プリンタ等の応用機器に組み込む際に微調整させるようにしてもよい。また、レーザ素子1とコリメータレンズ2間を微調整治具22で連結する構成形態としては、たとえば図5あるいは図6に示すような形態であってもよい。

【0043】図5は本発明による半導体レーザ装置の要部における別の実施形態を示す。同図は、半導体レーザ素子1とコリメータレンズ2の連結構成を示したもので、図1に示したものと相違点について説明すると、コリメータレンズ2を保持している金属製レンズホルダ21が、微調整治具22によって金属板13側に連結されている。

【0044】この微調整治具22にて金属板13とレンズホルダ21の間隔を微調整することにより、レーザ素子1とコリメータ21の間隔を $\mu\text{m}$ 単位(0~40 $\mu\text{m}$ )

で可変設定することができる。

【0045】図6は本発明による半導体レーザ装置の要部におけるさらに別の実施形態を示す。同図に示す半導体レーザ装置10では、レンズホルダ21を支持具23で支持台5に取り付けるとともに、その支持具23と金属板13の間隔を微調整治具22で可変設定させるようにしている。

【0046】上記微調整治具22は、上述したように、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔を $\mu\text{m}$ 単位の精度で微調整設定することができるとともに、いったん定められた設定状態を経年や温度変化等に影響されずに安定に保持できることが望まれる。このためには、上記微調整治具22の材質に熱膨張率の小さな合金(たとえば、コンスタンやパーマロイ)を使用するか、あるいは以下に示すように、その微調整治具22を所定の恒温条件下に置くための温度補償手段を使用する。

【0047】図7は温度補償手段を備えた半導体レーザ装置の実施形態を示す。同図に示す半導体レーザ装置は、温度センサ61、温度検出回路62、フィードバック制御回路63、および温度設定手段64などからなる温度補償回路6を有する。

【0048】この場合、温度センサ61はLD保持板61に取り付けられていて、半導体レーザ素子1の周囲温度を検知する。温度検出回路62は、上記温度センサ61の検知温度に対応するレベルの電気信号を出力する。フィードバック制御回路63は、その温度対応の電気信号レベルが、温度設定手段64から与えられる所定の設定レベルとなるように、上記レーザ素子1および/またはペルチェ素子12の駆動電流をフィードバック制御(負帰還制御)する。

【0049】これにより、上記レーザ素子1の周囲温度が、上記設定レベルに対応する所定温度にフィードバック制御される。この制御により、微調整治具22での温度も一定温度に安定化させられて、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔設定状態を安定に保持することができるようになる。

【0050】図8は温度補償手段を備えた半導体レーザ装置の別の実施形態を示す。同図に示す半導体レーザ装置は、上述した温度補償回路6が微調整治具22の温度を直接フィードバック制御するように設けられている。すなわち、温度センサ61は微調整治具22の温度を直接検知するように取り付けられ、この検知温度が設定手段64にて設定される温度となるように、微調整治具22を加温するヒータ24への通電量をフィードバック制御する。

【0051】これにより、微調整治具22はさらに確実な恒温条件下に置かれるようになる。したがって、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔設定状態は、さらに高精度かつ安定に保持させることができる。なお、図7に示した温度補償回路6と、図8の示した温度補償回

路6とは、両方を併用させる形で設けてもよい。

【0052】図8に示した半導体レーザ装置では、微調整治具22の長さを微調設定する手段として、上記温度補償回路6を利用することもできる。すなわち、上記設定手段64の設定温度を可変操作することによって、上記微調整治具22の温度を可変設定する。すると、微調整治具22は、その設定温度に応じて熱膨張する。この熱膨張による長さ変化によって、レーザ素子1とコリメータレンズ2の間隔を $\mu\text{m}$ 単位の精度で微調設定することができる。

【0053】以上説明したように、本発明の第1の発明は、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子と、上記レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する集光光学系と、上記レーザ素子と上記コリメータレンズの間隔を微調設定する調整手段とを備えたことを特徴とする半導体レーザ装置である。これにより、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光を、簡単な構成と調整操作でもって、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させることができる。

【0054】第2の発明は、第1の発明において、半導体レーザ素子とコリメータレンズ間を光軸方向での長さ微調整が可能な部材で連結したことを特徴とする半導体レーザ装置である。これにより、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を微調設定する調整手段を構成することができる。

【0055】第3の発明は、第1または第2の発明において、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を定める部材を所定の恒温条件下に置く温度補償手段を備えたことを特徴とする半導体レーザ装置である。これにより、熱膨張による誤差を局所的な恒温条件で補正することができる。

【0056】第4の発明は、半導体の接合面に平行な水平方向とこれに垂直な方向とでビームウェスト位置が異なるレーザ光を放射する半導体レーザ素子を使用し、この半導体レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光する半導体レーザ装置の製造方法であって、水平方向での集光ビーム径が最小となる集光位置を定める第1の工程と、この第1の工程の後、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を微調整することによって垂直方向での集光ビーム径が最小となる点を求める第2の工程と、を行うことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法である。これにより、垂直／水平の両方向での最小ビーム径位置を同一像面に持って来ることができる。

【0057】第5の手段は、第4の手段において、第1および第2の工程の後、半導体レーザ素子とコリメータレンズの間隔を固定する第3の工程を行うことを特徴と

する半導体レーザ装置の製造方法である。これにより、レーザ素子とコリメータレンズの間隔を最適状態に固定して、その状態を恒久的に保持させることができる。

【0058】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明は、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光をコリメータレンズと集光レンズを使って被照射面にスポット集光させるに際し、レーザ素子とコリメータレンズの間隔を微調設定できるようにしたことにより、非点隔差を有する半導体レーザ素子からの放射レーザ光を、簡単な構成と調整操作でもって、垂直／水平の両方向共に最小ビーム径で同一像面に集光させることができる半導体レーザ装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体レーザ装置の一実施形態を示す図である。

【図2】最小ビーム径位置の変化状態を垂直／水平の方向別に示すグラフである。

【図3】垂直／水平の両方向での最小ビーム径位置が一致した場合の集光パターンを示す図である。

【図4】本発明による半導体レーザ装置製造方法の主要な工程場面を示す図である。

【図5】本発明による半導体レーザ装置の要部における別の実施形態を示す図である。

【図6】本発明による半導体レーザ装置の要部におけるさらに別の実施形態を示す階略図である。

【図7】温度補償手段を備えた半導体レーザ装置の実施形態を示す図である。

【図8】温度補償手段を備えた半導体レーザ装置の別の実施形態を示す図である。

【図9】従来の半導体レーザ装置の概略構成を示す図である。

【図10】図9の装置にて得られる集光パターンの状態を示す図である。

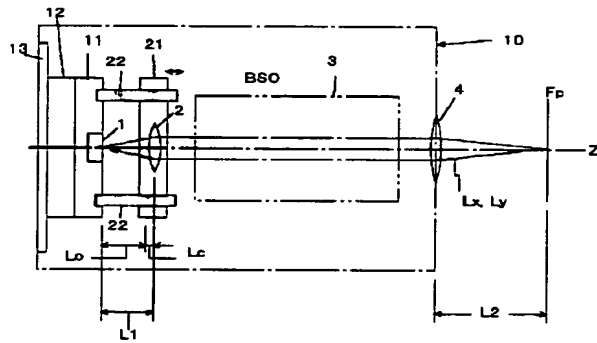
【符号の説明】

- 1 高出力型の半導体レーザ素子 (LD)
- 10 半導体レーザ装置
- 11 LD保持板
- 12 ペルチェ素子
- 13 金属板
- 2 コリメータレンズ
- 21 レンズホルダ
- 22 調整手段をなす微調整治具
- 23 支持具
- 24 ヒータ
- 3 ビーム整形光学系
- 4 集光レンズ
- 5 支持台
- 6 温度補償回路
- 61 温度センサ

62 温度検出回路  
 63 フィードバック制御回路  
 64 温度設定手段  
 7 ビーム径測定装置  
 Z 光軸  
 Ey ビームウェイスト位置(垂直方向)  
 Ex ビームウェイスト位置(水平方向)

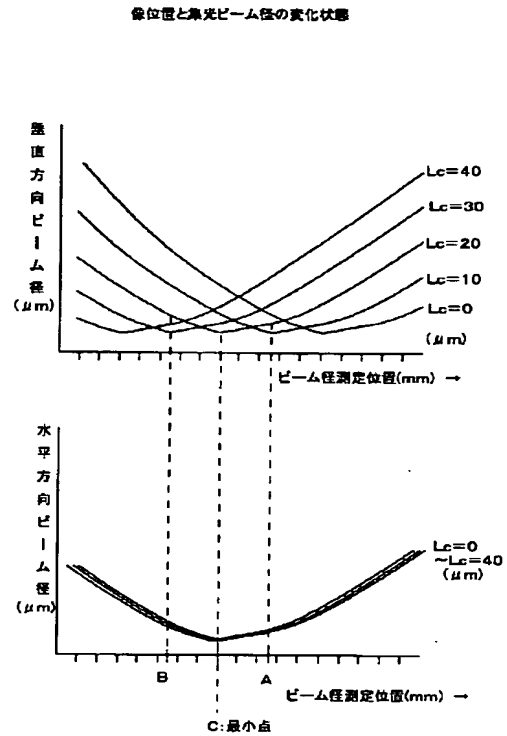
\* Ly 垂直方向に広がる光ビーム  
 Lx 水平方向に広がる光ビーム  
 Py 最小ビーム径位置(垂直方向)  
 Px 最小ビーム径位置(水平方向)  
 L1 レーザ素子とコリメータレンズの間隔  
 L2 集光レンズとビーム径測定装置(像面)の間隔  
 \* Fp 像面位置

【図1】

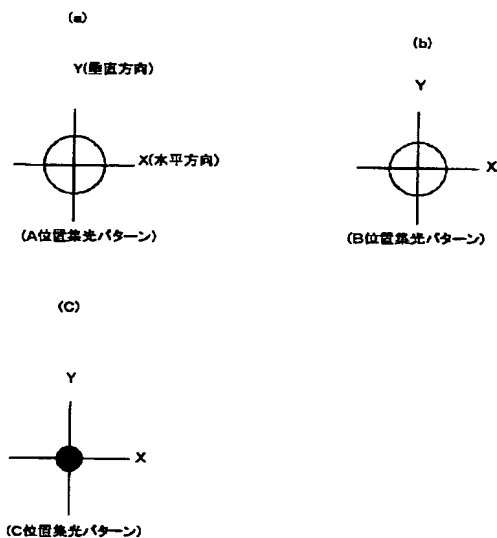


1: 半導体レーザー素子(LD)  
 11: LD保持板  
 12: ペルチェ素子  
 13: 金属板  
 2: コリメータレンズ  
 21: レンズホルダ  
 22: 微調整治具(調整手段)  
 3: ビーム整形光学系(BSO)  
 4: 集光レンズ  
 10: 半導体レーザー装置

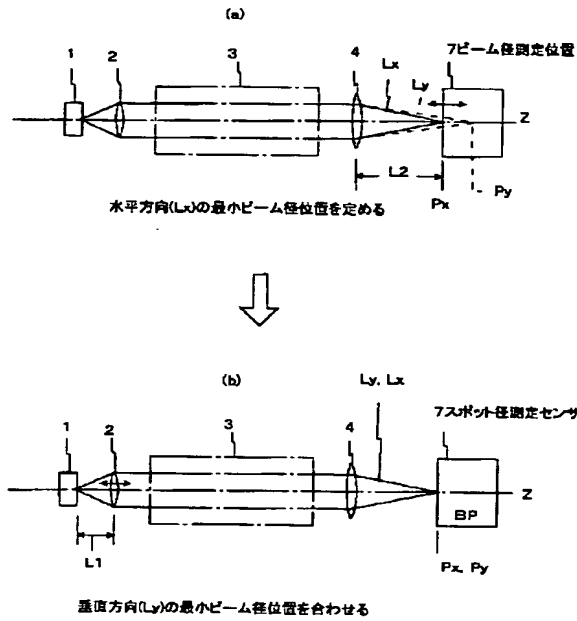
【図2】



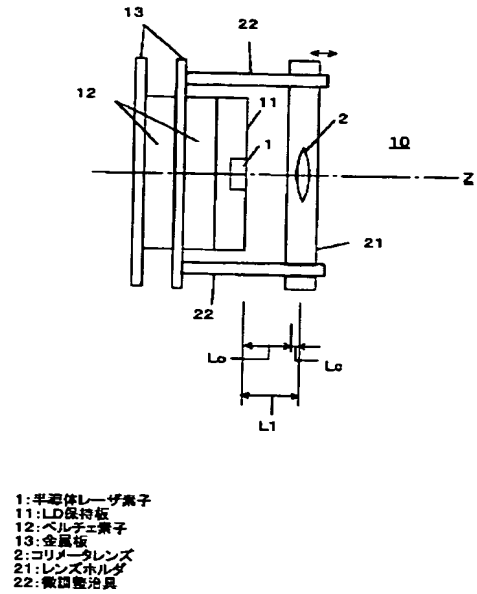
【図3】



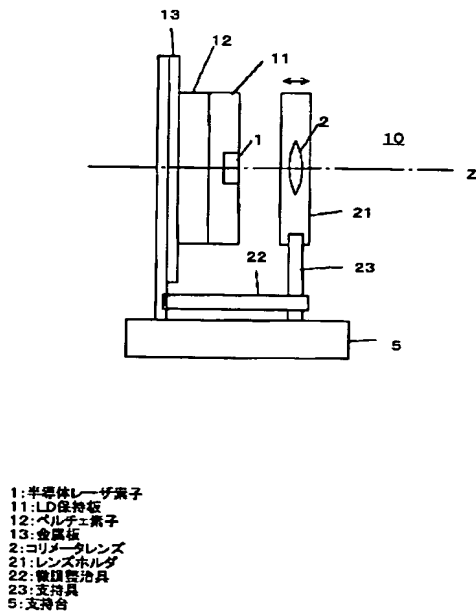
【図4】



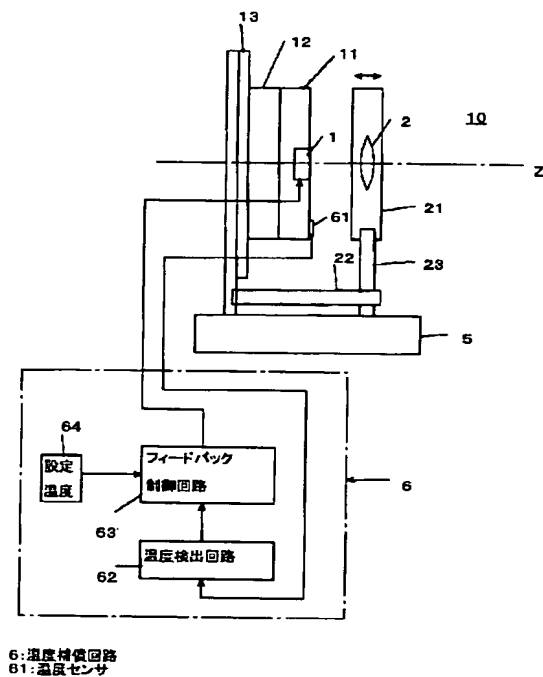
【図5】



【図6】

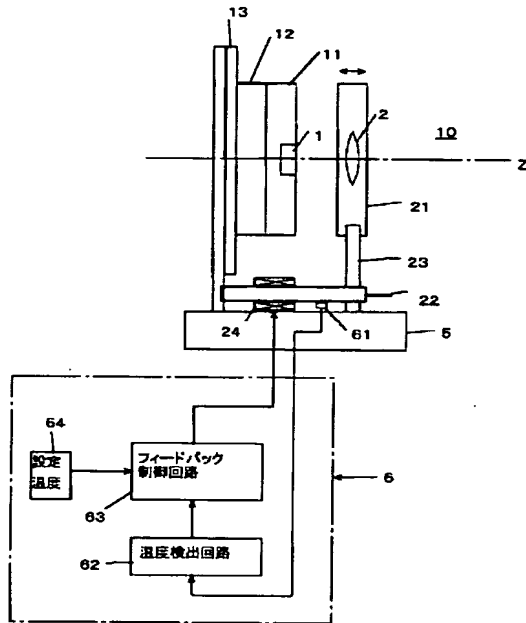


【図7】



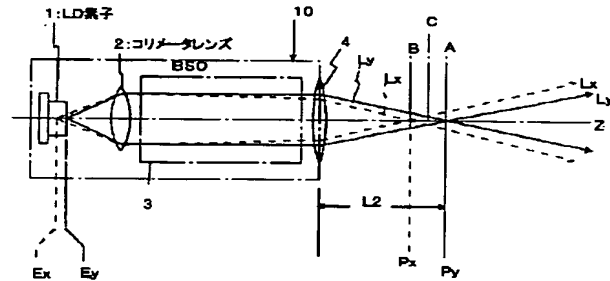


【図8】



24:ヒータ  
6:温度補償回路  
61:温度センサ

【図9】



1:半導体レーザー素子(LD)  
2:コリメータレンズ  
3:ビーム展開光学系(BSO)  
4:集光レンズ  
Ey:ビームウェスト位置(垂直方向)  
Ex:ビームウェスト位置(水平方向)  
Ly:垂直方向に広がる光ビーム  
Lx:水平方向に広がる光ビーム  
Py:最小ビーム径位置(垂直方向)  
Px:最小ビーム径位置(水平方向)

【図10】

